

$$1) a) W_{\text{kin}} = W_{\text{pot}} \Rightarrow \frac{1}{2} m v_x^2 = q U = 2eU$$

$$\Rightarrow v_x = \sqrt{\frac{4eU}{m}}$$

$$^3\text{He}^{2+}: v_{x3} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 100 \text{ V}}{5 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}} = \sqrt{\frac{6.4}{5} \cdot 10^{10} \frac{\text{C V}}{\text{kg}}}$$

$$6.4/5 \approx 1.3; \sqrt{130} \approx 11$$

$$\Rightarrow v_{x3} \approx 11 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$^4\text{He}^{2+}: v_{x4} = \sqrt{\frac{6.4}{6.4} \cdot 10^{10}} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$b) F_y = q \cdot E_y = 2eE_y = m a_y \Rightarrow a_y = \frac{2e}{m} E_y$$

$$\Rightarrow v_y = \frac{2e}{m} E_y \cdot t$$

$$s_y = \frac{e}{m} E_y t^2$$

$$v_x = \frac{s_x}{t} \Rightarrow s_y = \frac{e}{m} E_y \left(\frac{s_x}{v_x} \right)^2$$

$$s_y = \frac{e}{m} E_y \frac{d^2 m}{4eU} \Rightarrow s_y = \frac{E_y d^2}{4U} + f(\text{cm})$$

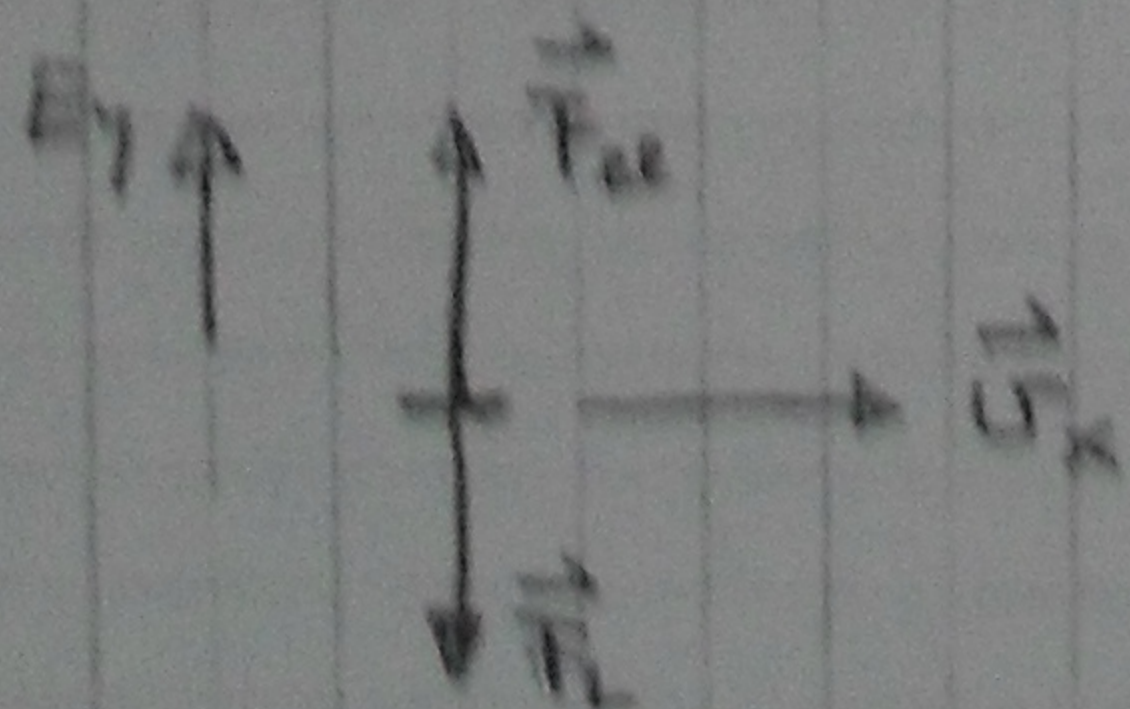
$$s_y = \frac{10000 \text{ V/m} (10^{-2} \text{ m})^2}{4 \cdot 100 \text{ V}} = \frac{10^4 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^2} = 0.25 \text{ cm}$$

$$c) |F_{\text{el}}| = |F_L| \Rightarrow q E_y = q v_x B$$

$$\Rightarrow B = \frac{E_y}{v_x} = \frac{E_y}{\sqrt{\frac{4eU}{m}}}$$

$$\vec{F}_L = q \vec{v} \times \vec{B} \quad q > 0 \quad (v_x \text{ in } +x\text{-Richtung})$$

$$\vec{F}_y = q \cdot \vec{E}_y \text{ in } +y\text{-Richtung} \Rightarrow \vec{F}_L \text{ in } -y\text{-Richtung}$$



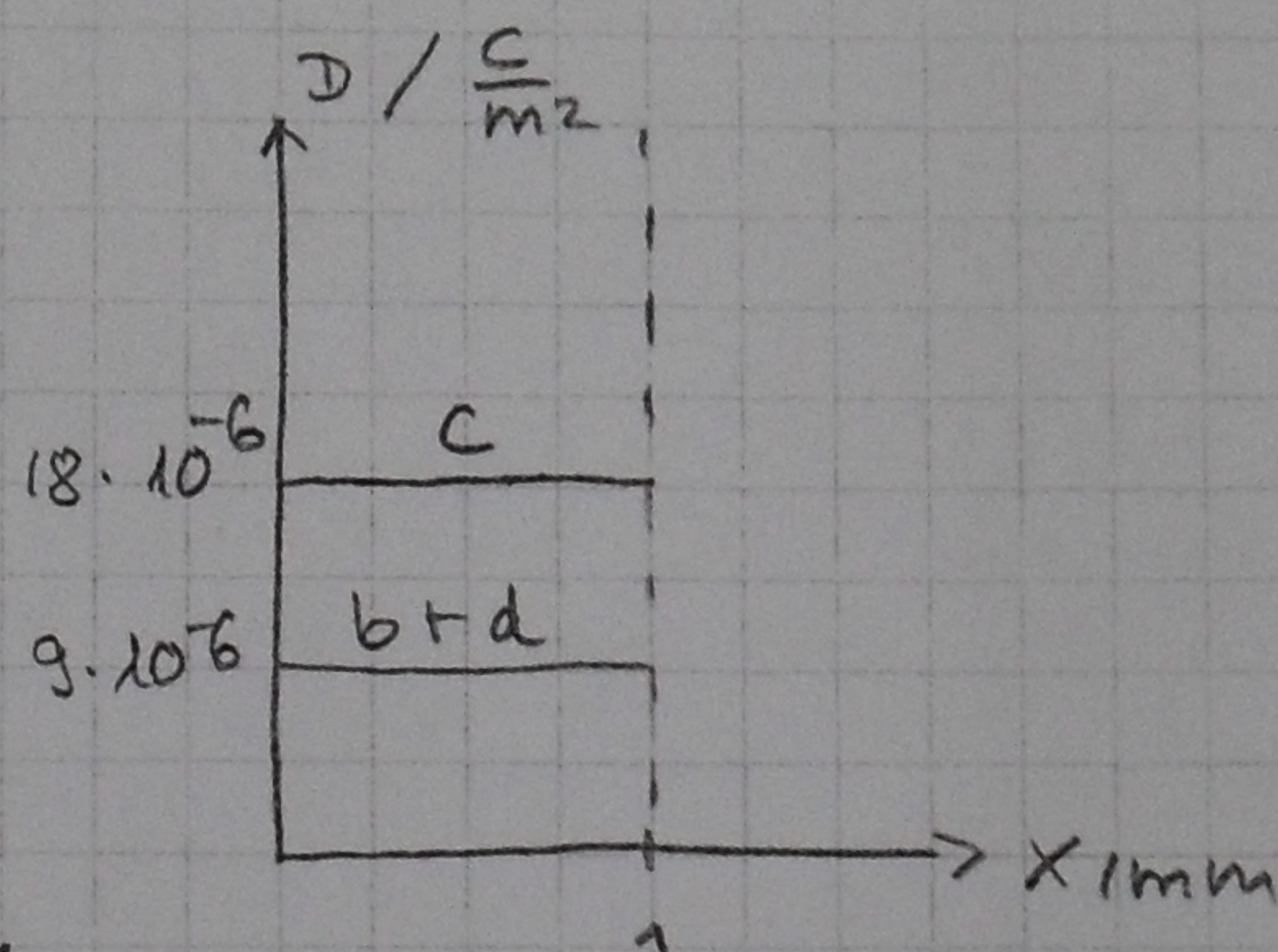
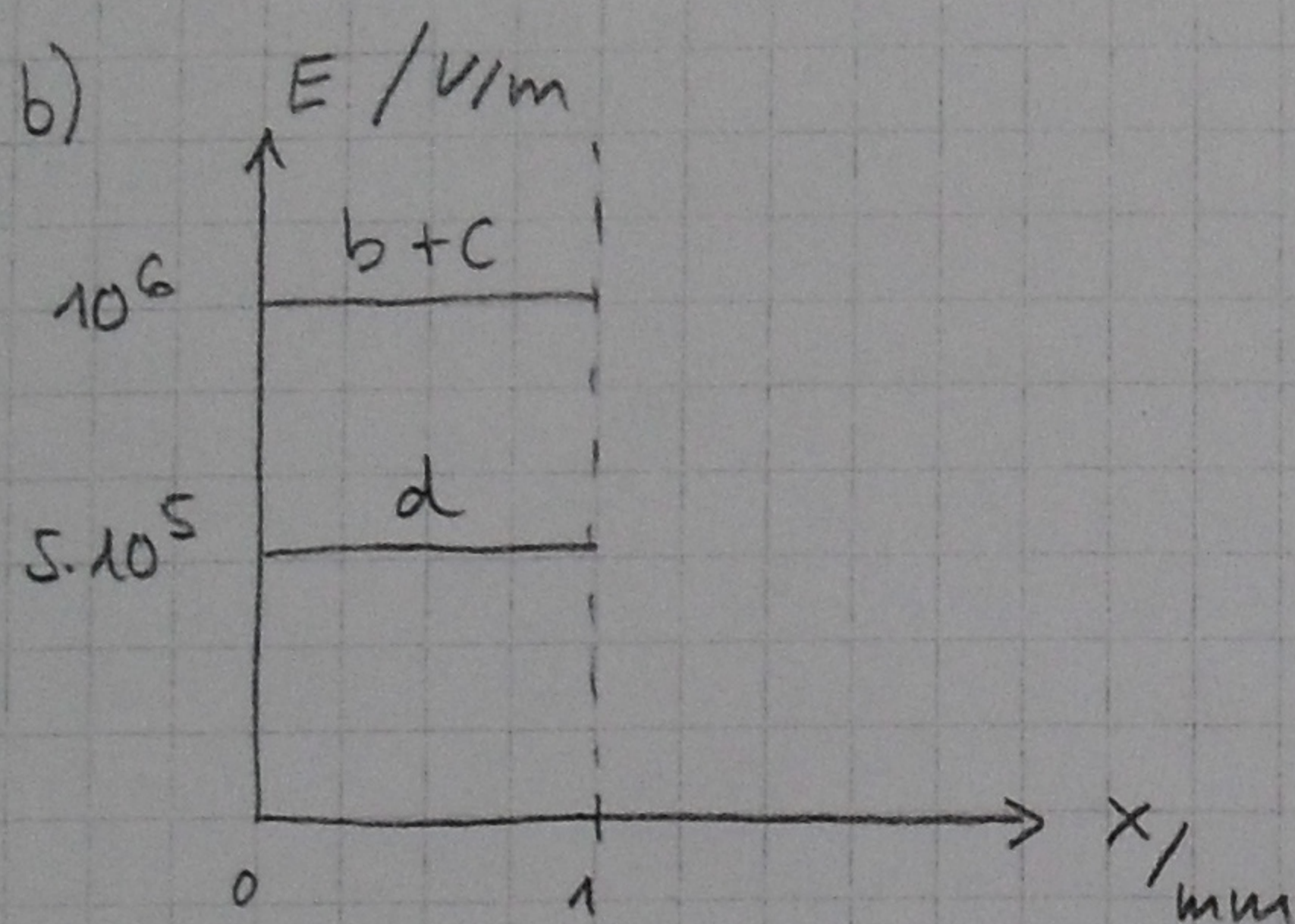
aus Zeichenebene heraus

3	4	5	6	Σ
4	6	7	4	34

2) a) $C = \epsilon_0 \frac{A}{d} = \frac{Q}{U} \quad \rightarrow \quad Q = \epsilon_0 \frac{A}{d} U$

Flächenladung: $G = \frac{Q}{A} = \epsilon_0 \frac{U}{d}$

* Zahlenwerte siehe unten



$$E = \frac{U}{d} = \frac{10^3}{10^{-3}} \frac{V}{m} = 10^6 \frac{V}{m}$$

$$D = G = \epsilon_0 \frac{U}{d} = \epsilon_0 E$$

$$= 9 \cdot 10^{-12} \cdot 10^6 \frac{C}{m^2} = 9 \cdot 10^{-6} \frac{C}{m^2}$$

c) $\epsilon = 2$

$E = \frac{U}{d}$ bleibt konstant

$D = G = \epsilon_0 \epsilon \frac{U}{d} = \epsilon_0 \epsilon E$ wird doppelt so groß wie in b)

d) $Q = \text{konst.}$

$$C = \epsilon \epsilon_0 \frac{A}{d} = \frac{Q}{U'} \Rightarrow U' = \frac{U}{\epsilon}$$

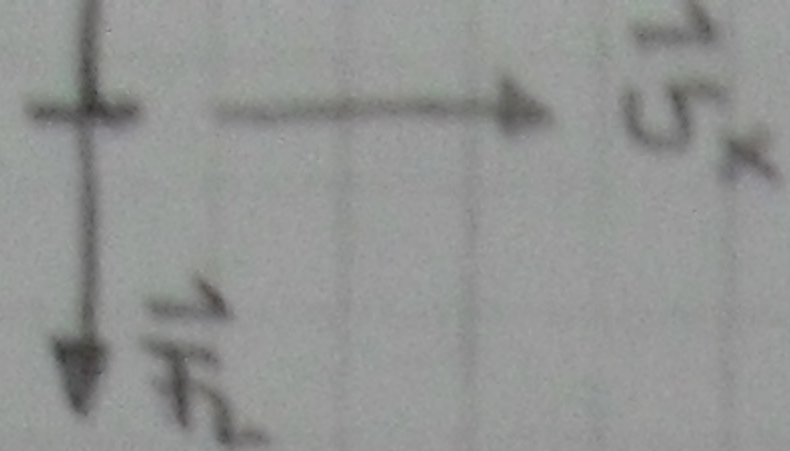
$E' = \frac{U}{d\epsilon} = \frac{E}{\epsilon}$ wird halb so groß wie in b)

$D = \epsilon \epsilon_0 \frac{U}{d}$ bleibt gleich wie in b)

* zu a)

$$Q = 9 \cdot 10^{-12} \frac{C}{Vm} \cdot \frac{10^{-2} m^2}{10^{-3} m} \cdot 1000 V = 9 \cdot 10^{-12} \cdot 10^4 C = 9 \cdot 10^{-8} C$$

$$G = 9 \cdot 10^{-12} \frac{C}{Vm} \cdot \frac{1000 V}{10^{-3} m} = 9 \cdot 10^{-12} \cdot 10^6 \frac{C}{m^2} = 9 \cdot 10^{-6} \frac{C}{m^2}$$

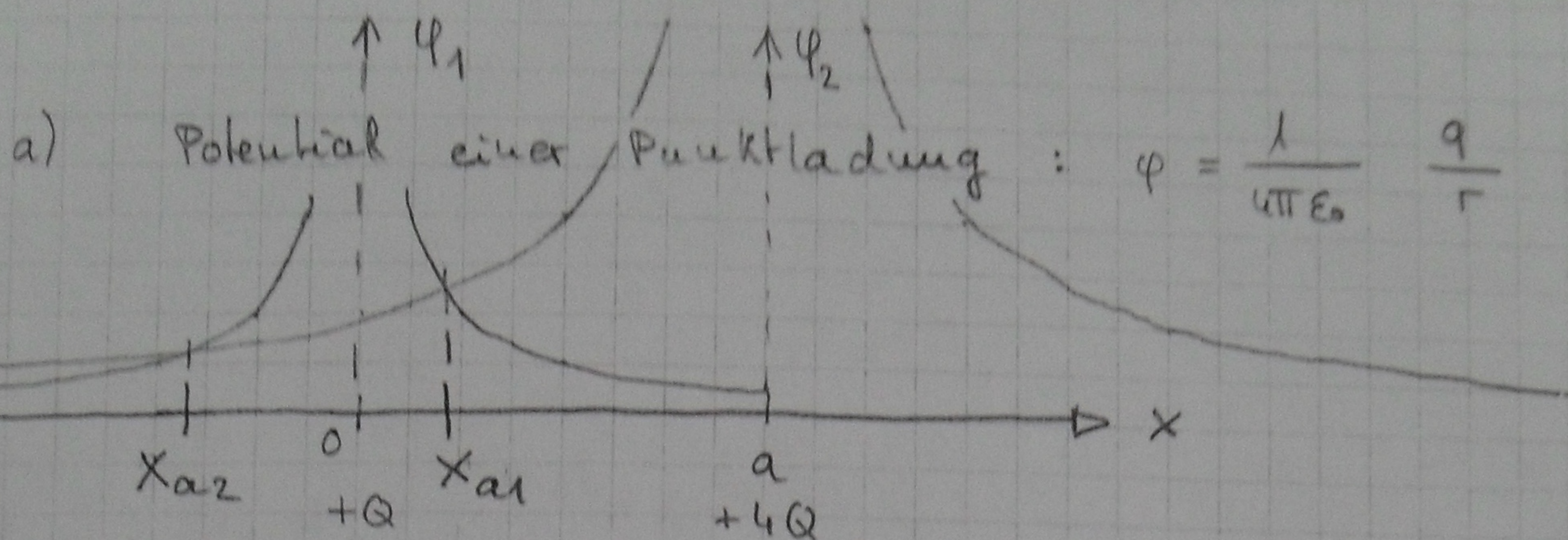


aus Zeichenebene heraus

3)

- es müssen polare Moleküle vorhanden sein, die sich in einem äußeren (elektrischen) Feld ausrichten können
- z.B. H_2O , CH_3Cl , CH_3OH
- wegen thermischer Bewegung ist ohne äußeres Feld keine Polarisation vorhanden
- ein äußeres Feld dreht die Moleküle in eine Vorzugsrichtung, wodurch das Material makroskopisch polarisiert wird
- Relaxationszeit τ = charakteristische Zeit für die Umorientierung der Moleküle
- bei kleinen Frequenzen $\omega \ll \frac{1}{\tau}$ können alle Moleküle einer Feldänderung folgen $\Rightarrow$ Suszeptibilität groß
- bei hohen Frequenzen $\omega \gg \frac{1}{\tau}$ können die Moleküle einer Feldänderung nicht folgen $\Rightarrow$ Suszeptibilität geht $\rightarrow 0$
- Suszeptibilität ist temperaturabhängig, weil die Relaxationszeit temperaturabhängig ist

4)

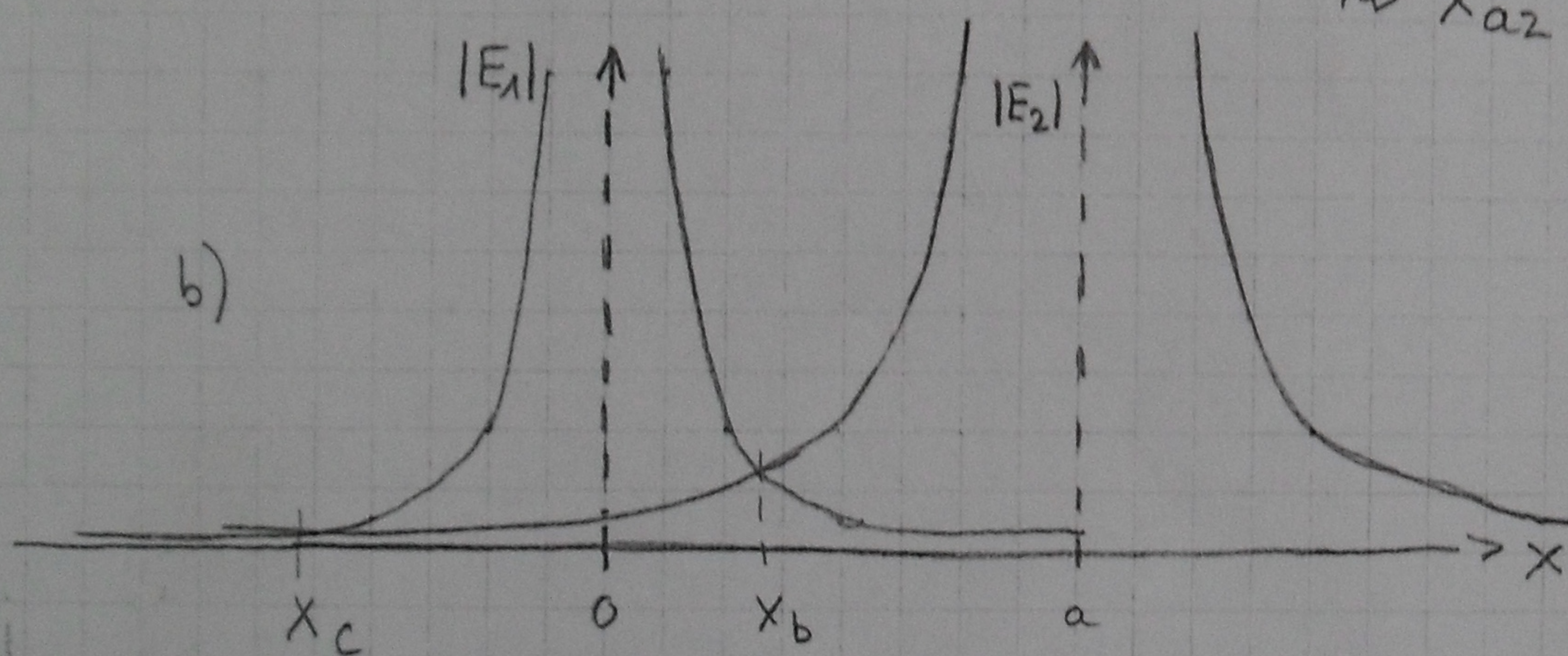


$$\leadsto \frac{1}{x_{a1}} = \frac{4}{a - x_{a1}} \Leftrightarrow a - x_{a1} = 4x_{a1}$$

$$x_{a1} = \frac{a}{5}$$

$$\leadsto \frac{1}{x_{a2}} = \frac{4}{x_{a2} - a} \Leftrightarrow x_{a2} - a = 4x_{a2}$$

$$\leadsto x_{a2} = -\frac{a}{3}$$



Betrag gleich, Richtung verschieden $\rightarrow x_b$

Betrag gleich, Richtung gleich $\rightarrow x_c$

el. Feldstärke $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$

$$\frac{1}{x^2} = \frac{4}{(a-x)^2}$$

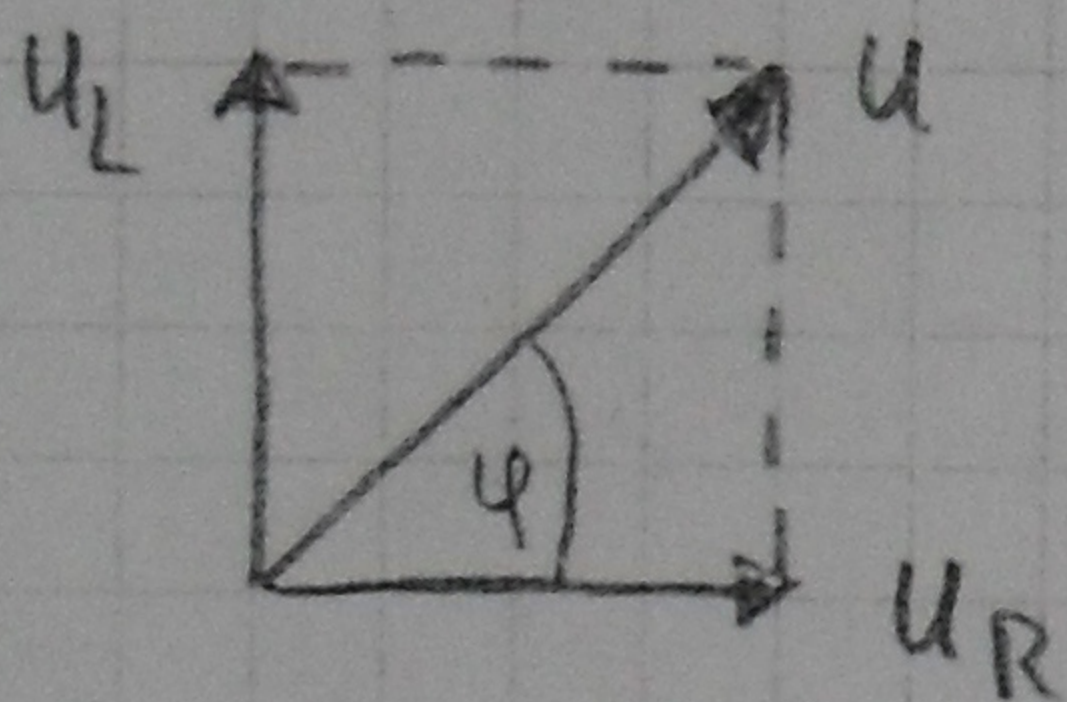
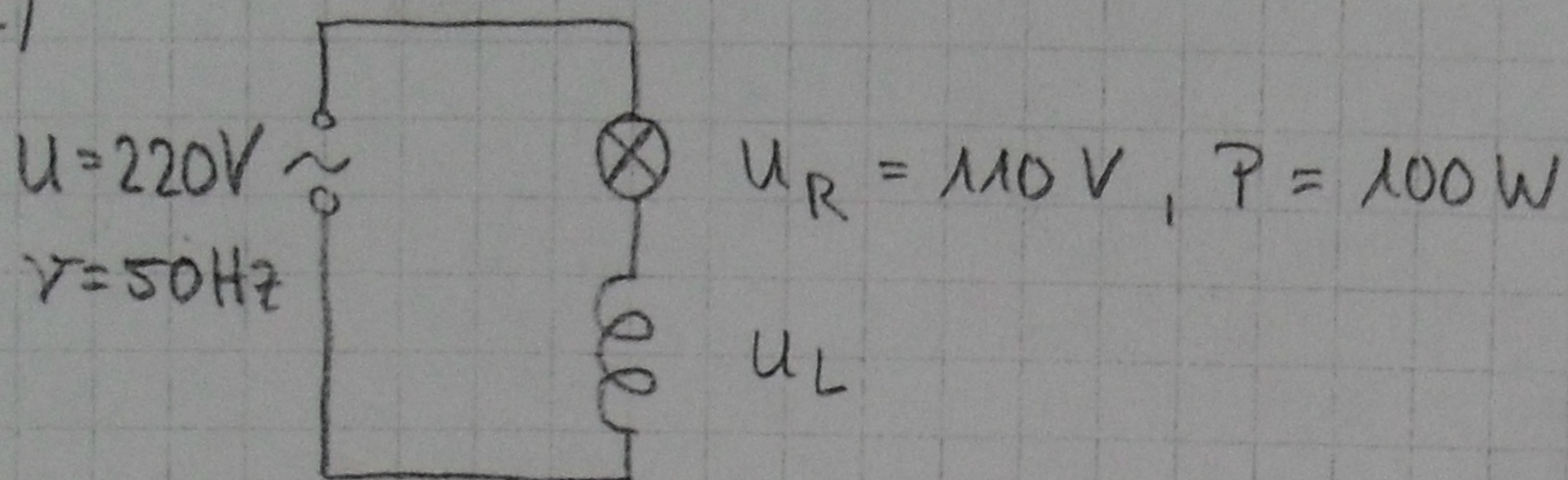
$$a^2 - 2ax + x^2 = 4x^2$$

$$-3x^2 - 2ax + a^2 = 0 \Leftrightarrow x^2 + \frac{2}{3}ax - \frac{a^2}{3} = 0$$

$$x_{1/2} = -\frac{a}{3} \pm \sqrt{\frac{a^2}{9} + \frac{3a^2}{3 \cdot 3}} = -\frac{a}{3} \pm \frac{2a}{3}$$

$$x_1 = +\frac{a}{3} = x_b \quad ; \quad x_2 = -a = x_c$$

5) a)



$$U_L = \sqrt{U^2 - U_R^2} = \sqrt{4U_R^2 - U_R^2}$$

$$U_L = \sqrt{3} U_R \approx 187 \text{ V}$$

b) $U_L = I_L \cdot \omega L$ mit $I_L = I_R = P/U_R$

$$\Rightarrow U_L = \frac{P}{U_R} \omega L \Leftrightarrow L = \frac{U_L U_R}{P \omega}$$

$$L = \frac{U_R^2 \sqrt{3}}{P \cdot \omega} = \frac{(110 \text{ V})^2 \sqrt{3}}{100 \text{ W} \cdot 2\pi \cdot 50 \frac{1}{\text{s}}} \approx \frac{10^5 \sqrt{3}}{300 \frac{\text{W}}{\text{s}}} \approx \frac{1.7}{3} \text{ H} \approx 0.6 \text{ H}$$

$$L = \mu_0 \cdot \mu_r \frac{N^2 A}{l} \Leftrightarrow l = \frac{1}{L} \mu_0 \mu_r N^2 A = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{H}}{\text{m}} \cdot 1000^2 \cdot (10^{-2})^2 \text{ m}^2}{0.6 \text{ H}}$$

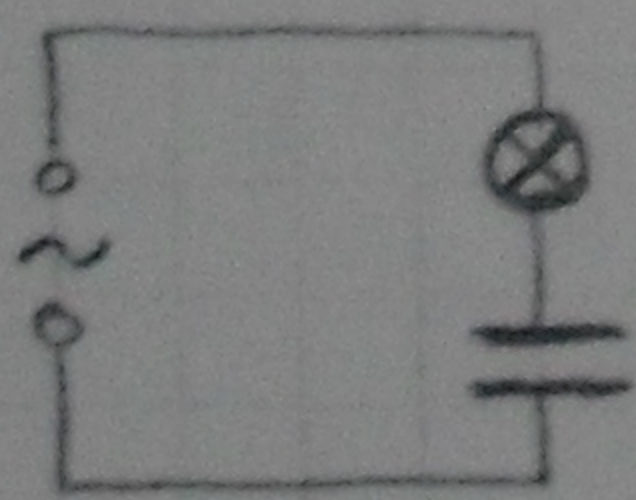
$$l = (0.6)^{-1} \cdot 12 \cdot 10^{-7} \cdot 10^5 \text{ m} = \frac{12}{0.6} \cdot 10^{-2} \text{ m} = 0.2 \text{ m}$$

c) $I = \frac{U_L}{\omega L} = \frac{\sqrt{3} U_R P \omega}{\omega U_R^3 \sqrt{3}} = \frac{P}{U_R} = \frac{100 \text{ W}}{110 \text{ V}} \approx 0.9 \text{ A}$

$$\cos \varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{110 \text{ V}}{220 \text{ V}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = 60^\circ$$

(Strom um φ hinter U)

d)



man braucht wieder einen,
jetzt kapazitiven, Vorwiderstand
in Serie

6) a) $\text{div } \vec{D} = 0$

→ ladungsfreier Raum $\rho = 0$

b) $\text{div } \vec{B} = 2 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^3}$ (würde bedeuten $\rho_{\text{mag}} \neq 0$)

→ diese Aussage muss fehlerhaft sein; es gibt keine magn. Monopole

c) $\text{rot } \vec{H} = 0$

→ das Magnetfeld hat keine Wirbel; in diesem Raumgebiet ist $\vec{j} = 0$ und $\dot{\vec{D}} = 0$

d) $\text{rot } \vec{E} = 3 \frac{\text{V}}{\text{m}^2}$

→ $\vec{E}$ -Feld hat Wirbel entsprechend einer zeitlichen Variation eines $\vec{B}$ -Feldes:

wenn eine Leiterschleife mit 1 m^2 Fläche wird eine Spannung von 3V induziert